Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Jul & Aug 2024. Volume 13. Num 3

Research Paper

The Effect of 8 Weeks of Reactive Neuromuscular Training vs Core Stability Training on the Balance of Male Football Players

*Arzhang Kiani[1], Mohamad Rabiei[1], Behnam Ghasemi[1], Ali Shafizadeh[1]

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Kiani A, Rabiei M, Ghasemi B, Shafizadeh A. [The Effect of 8 Weeks of Reactive Neuromuscular Training vs Core Stability Training on the Balance of Male Football Players (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2024; 13(3):562-577. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.3074

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.3074

Received: 07 June 2022
Accepted: 10 Sep 2022
Available Online: 22 Jul 2024

ABSTRACT

Background and Aims Football is the most popular sport worldwide but has a high risk of injury. Optimal balance is one of the influential factors in injury prevention in sports, so this study aimed to compare the effect of 8 weeks of reactive neuromuscular training with core stability training on the balance of male football players.

Methods This research was a quasi-experimental study. Fifty-three male adolescent football players entered the study as subjects and were randomly divided into three groups: Reactive neuromuscular training (n=18), core stability training (n=17), and control (n=18). A balance error scoring system and Y balance tests were used for all subjects to assess the static and dynamic balance. Training groups then performed an 8-week training program, but the control group did not perform any specific training during this period. After 8 weeks, the tests were repeated. Statistical analysis was performed in SPSS software, version 26. To investigate the differences between groups, we used an analysis of covariance followed by an LSD post hoc test.

Results Both training groups in the post-test had significantly better static and dynamic balance than the pre-test ($P<0.05$). However, there was no significant difference between the two test stages in the control group ($P>0.05$). Also, between-group comparisons revealed that in the post-test, the reactive neuromuscular training group had better results than the other two groups in static and dynamic balance ($P<0.05$).

Conclusion The results of this study show that reactive neuromuscular training has a greater effect on the balance of footballers than core stability training. According to the results obtained in this study, it is suggested that this type of training can be used in training programs for football players.

Keywords Football players, Reactive neuromuscular training, Balance, Core stability training

*** Corresponding Author:**
Arzhang Kiani.
Address: Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
Tel: +98 (916) 5346925
E-Mail: arzhangkian@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Football, the most popular sport worldwide, has always been among the most injured field sports. Like any other sport, football is associated with injury. The probability of injury among male football players is estimated to be 10 to 35 in 1000 hours of the match. Many risk factors have been counted in players' injuries and the diagnosis and application of these to prevent injury are essential. One of the main risk factors among players is weakness in balance. Optimal balance is considered a critical point in performing sports activities, and poor balance is among the most common factors and causes of injury. Numerous approaches have been proposed to improve balance. Core stability training affects the mechanics and the neuromuscular stability of the body's core area and, therefore, strongly influences the performance of the upper and lower limbs. Core stability training increases power, improves the middle body's stability, maintains the body's mass center over a support, and increases balance.

On the other hand, one of the methods to modify movement patterns and balance improvement is reactive neuromuscular training (RNT). RNT is designed to recover dynamic stability and improve movement control. A light external load like a rope or a rubber band is used in the RNT plan to exaggerate the movement mistake and correct the mistake, which happens unconsciously at a more cognitive level. Therefore, this study aims to compare the effect of 8 weeks of RNT and core stability training on the balance of boy football players.

Materials and Methods

This research was quasi-experimental and was performed in two phases: Pre-test and post-test. Fifty-three male football players with at least 4 years of football experience entered the study as subjects. They were randomly divided into three groups: RNT (Mean±SD age years: 15.17±1.03, Mean±SD height: 158.33±7.58 cm, Mean±SD weight: 48.39±7.97 kg), core stability training (Mean±SD age: 15.47±1.06 years, Mean±SD height: 160.29±5.55 cm, Mean±SD weight: 50.35±7.09 kg) and control (Mean±SD age: 15.66±0.97 years, Mean±SD height: 160.33±7.06 cm, Mean±SD weight: 50.72±5.23 kg). Balance error scoring system and Y balance tests were used for all subjects to check the static and dynamic balance, respectively. Training groups then performed an 8-week training program, but the control group did not perform any specific training during this period. After 8 weeks, the tests were repeated. Statistical analysis was performed in SPSS software, version 26. To investigate the differences between the groups, we used an analysis of covariance followed by an LSD post hoc test. Also, we used the paired t-test to evaluate the within-group changes.

Results

Demographic characteristics of the subjects, including age, height, weight and body mass index, were compared by one-way analysis of variance due to the normal distribution of data in all variables in the three groups, and the results showed the similarity of both groups ($P>0.05$).

The results of covariance analysis showed that after controlling the effect of the pre-test (covariate), there were significant differences between the three groups ($P<0.05$) in the static balance, as well as the dynamic balance in all three anterior, posterolateral, and posteromedial directions, and also in the total score of Y test in post-test (Table 1). To compare the groups in pairs, the LSD post hoc test was used (Table 1).

The results of the LSD post hoc test showed that in all three directions and the total score of the Y balance test and static balance in the post-test, the RNT group achieved significantly better results than the other two groups ($P=0.0001$). The group of core stability training in all three directions, the overall score of the Y balance test, and static balance in the post-test achieved significantly better results than the control group ($P=0.0001$).

The results of the paired sample t-test showed that in both training groups, significant changes from the pre-test to the post-test occurred in the results related to dynamic balance in the anterior, posterolateral, posteromedial directions and the total dynamic balance Y score, as well as the results related to static balance ($P<0.05$). However, the control group revealed no significant changes between different stages of the study.

Conclusion

The results of the present study show that 8 weeks of RNT and core stability training significantly improved static and dynamic balance in male football players, but RNT had a significantly greater effect than core stability training. According to the results obtained in this study, RNT should be used to improve the balance function of boy football players.

Table 1. Results of analysis of covariance related to research variables

Variables	Direction	Group		Mean Difference	Sig.*
Y balance test (cm)	Anterior	Reactive neuromuscular training (RNT)	Core stability	4.229	0.0001
			Control	8.187	0.0001
		Core stability	Control	3.958	0.0001
	Posterolateral	RNT	Core stability	5.532	0.0001
			Control	8.770	0.0001
		Core stability	Control	3.338	0.0001
	Posteromedial	RNT	Core stability	5.405	0.0001
			Control	9.008	0.0001
		Core stability	Control	3.603	0.0001
	Total score	RNT	Core stability	5.401	0.0001
			Control	8.644	0.0001
		Core stability	Control	3.603	0.0001
Static balance (error)		RNT	Core stability	-1.486	0.0001
			Control	-2.829	0.0001
		Core stability	Control	-1.343	0.0001

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of the Shahrekord University (Code: IR.SKU.REC.1401.001). All ethical principles were observed in the article, such as obtaining the informed consent of the participants, ensuring the confidentiality of information and permitting the participants to cancel their participation in the research.

Funding

This study was extracted from the master thesis of Arzhang Kiani, approved by Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Shahrekord University.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors appreciate all study participants who helped them in this research.

مقاله پژوهشی

مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی و ثبات مرکزی بر تعادل پسران نوجوان فوتبالیست

*ارژنگ کیانی[۱]، محمد ربیعی[۱]، بهنام قاسمی[۱]، علی شفیع‌زاده[۱]

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Kiani A, Rabiei M, Ghasemi B, Shafizadeh A. [The Effect of 8 Weeks of Reactive Neuromuscular Training vs Core Stability Training on the Balance of Male Football Players (Persian)].. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2024; 13(3):562-577. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.3074

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.3.3074

چکیده

مقدمه و اهداف فوتبال محبوب‌ترین ورزش در سرتاسر جهان است که احتمال آسیب‌دیدگی در آن بالا است. یکی از عوامل پیشگیری از آسیب‌دیدگی در ورزش داشتن تعادل مطلوب است. بنابراین هدف از این پژوهش مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی و ثبات مرکزی بر تعادل مردان فوتبالیست است.

مواد و روش‌ها این پژوهش از نوع نیمه‌آزمایشی بود. ۵۳ فوتبالیست پسر نوجوان به‌عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند و به‌صورت تصادفی در سه گروه تمرینات عصبی عضلانی واکنشی (۱۸ نفر)، ثبات مرکزی (۱۷ نفر) و کنترل (۱۸نفر) تقسیم شدند. از تمام آزمودنی‌ها آزمون تعادلی Y و نمره‌دهی خطای تعادل به‌ترتیب به منظور ارزیابی تعادل پویا و ایستا گرفته شد. در ادامه گروه‌های تمرینی به انجام ۸ هفته برنامه تمرینی پرداختند اما گروه کنترل در این مدت تمرین خاصی را انجام نداد. پس از ۸ هفته مجدداً آزمون‌ها تکرار شد. به منظور بررسی تفاوت‌های بین گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس و در ادامه از آمون تعقیبی حداقل اختلاف معنی‌دار استفاده شد.

یافته‌ها هر دو گروه تمرینی در پس‌آزمون به‌طور معنی‌داری تعادل ایستا و پویای بهتری را نسبت به پیش‌آزمون داشتند (P<۰/۰۵)، اما در گروه کنترل تفاوت معنی‌داری بین دو مرحله آزمون مشاهده نشد (P>۰/۰۵). همچنین در مقایسه بین گروهی مشاهده شد که در پس‌آزمون گروه تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی نتایج بهتری را نسبت به دو گروه دیگر در تعادل ایستا و پویا به دست آورده است (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی تأثیر بیشتری نسبت به تمرینات ثبات مرکزی بر تعادل فوتبالیست‌ها داشته است. باتوجه‌به نتایج در این پژوهش پیشنهاد می‌شود از این نوع تمرینات در برنامه‌های تمرینی فوتبالیست‌ها استفاده شود.

کلیدواژه‌ها فوتبالیست‌ها، تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی ، تعادل، تمرینات ثبات مرکزی

تاریخ دریافت: ۱۷ خرداد ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۹ شهریور ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۳

* **نویسنده مسئول:**
ارژنگ کیانی
نشانی: شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه علوم ورزشی.
تلفن: ۵۳۴۶۹۲۵ (۹۱۶) ۹۸+
رایانامه: arzhangkian@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

فوتبال به‌عنوان محبوب‌ترین ورزش جهان، همواره در زمره پر آسیب‌ترین ورزش‌های میدانی قرار دارد [۱، ۲]. فوتبال فواید بسیاری برای سلامتی و تندرستی افراد دارد که ازجمله آن‌ها می‌توان به افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، کاهش فشار خون سیستولی و دیاستولی، کاهش بافت چربی بدن، افزایش توده عضلانی، افزایش تراکم استخوانی اندام تحتانی و کاهش میزان کلسترول بد اشاره کرد [۳، ۴]. بااین‌حال، این رشته ورزشی مانند هر رشته ورزشی دیگری با خطر بروز آسیب‌دیدگی همراه است.

میزان بروز آسیب در میان بازیکنان مرد فوتبال در حدود ۱۰ تا ۳۵ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت مسابقه تخمین زده شده است [۵، ۶]. موارد زیادی به‌عنوان عوامل خطرزای آسیب در ورزشکاران گزارش شده است که شناسایی و ارزیابی کاربردی این عوامل و ارائه برنامه‌های پیشگیری از آسیب اهمیت بالایی برخوردار است. این عوامل شامل نسبت‌های نامتناسب قدرت و استقامت عضلات آگونیست و آنتاگونیست، ناهنجاری‌های ساختاری، جنسیت، سطح آمادگی جسمانی و سابقه آسیب‌دیدگی قبلی می‌باشد [۷]. عوامل دیگری نیز مانند کنترل عصبی‌عضلانی، ضعف و ناپایداری عضلات مرکزی بدن و نداشتن تعادل مطلوب و ضعف در کنترل پاسچر از فاکتورهای مؤثر در آسیب شناخته شده‌اند؛ درنتیجه تعادل یکی از مهم‌ترین عوامل خطرزای آسیب ورزشی محسوب می‌شود [۸].

تعادل از مهم‌ترین بخش‌های توانایی ورزشکاران محسوب می‌شود که در اکثر فعالیت‌ها درگیر می‌شود [۹]. حفظ تعادل نیازمند تقابل پیچیده میان سیستم‌های اسکلتی-عضلانی و عصبی است. برای حفظ تعادل، ارتباط متقابل و پیچیده میان درون‌دادهای حسی و پاسخ‌های حرکتی مناسب همچون وجود کنترل سیستم حرکتی مناسب و قدرت عضلانی کارآمد لازم است [۱۰]. کنترل پاسچر را می‌توان به‌عنوان حفظ یک وضعیت با کمترین حرکت (ایستا)، حفظ یک وضعیت درحالی‌که سطح اتکا جابه‌جا می‌شود (نیمه پویا) و حفظ ثبات سطح اتکا درحالی‌که یک حرکت توصیف‌شده اجرا می‌شود (پویا)، دسته‌بندی کرد. برخورداری از تعادل مطلوب به‌عنوان یک امتیاز مثبت و مهم در انجام فعالیت‌های ورزشی در نظر گرفته می‌شود و ضعف در تعادل به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد آسیب در ورزشکاران به حساب می‌آید. همچنین یکی از متغیرهای بالینی دارای اهمیت که پزشکان تیم‌های ورزشی برای بازگرداندن ورزشکاران به میادین ورزشی به دنبال یک آسیب‌دیدگی در نظر می‌گیرند، ارزیابی میزان تعادل و کنترل پاسچر است [۱۱]. در همین راستا تعادل ضعیف به‌عنوان یکی از عوامل خطرزای آسیب‌دیدگی معرفی شده است [۱۲].

ثبات ناحیه مرکزی بدن نقش بااهمیتی را در برخورداری از تعادل مطلوب و همچنین پیشگیری از آسیب‌های ورزشی بر عهده دارد [۱۲]. حفظ راستای موقعیتی و تعادل وضعیتی پویا در طول فعالیت‌های عملکردی یکی از وظایف ناحیه مرکزی بدن است که به جلوگیری از ایجاد الگوهای حرکتی اشتباه کمک می‌کند [۱۳]. برخورداری از ناحیه مرکزی مطلوب، رابطه طبیعی طول-تنش عضلات آگونیست و آنتاگونیست را حفظ می‌کند و این امر به سینماتیک مطلوب مفاصل در مجموعه کمر-لگن و ران در حرکات زنجیره حرکتی عملکردی و ایجاد حداکثر ثبات برای حرکات اندام تحتانی منجر می‌شود. ثبات ناحیه مرکزی به‌عنوان یک رابط با انتقال مؤثر نیروی تولیدشده در اندام تحتانی به اندام فوقانی از طریق تنه به اجرای بهتر ورزشی کمک می‌کند [۱۴].

ثبات مرکزی مطلوب بخش مهمی از بدن و سلامت دستگاه اسکلتی-عضلانی است، زیرا نه‌تنها به بهبود قدرت و تعادل کمک کرده، بلکه پیش‌بینی‌کننده و تنظیم‌کننده فعال‌سازی عضلات ناحیه تنه است که به بدن اجازه می‌دهد طی فعالیت‌های مختلف خارج شدن بدن از وضعیت مطلوب را کنترل کند. با وجود اینکه مزایای تمرینات ثبات مرکزی در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی، بهبود کمردرد و عملکرد ورزشی به‌طور گسترده گزارش شده است [۱۵]؛ تمرینات ثبات ناحیه مرکزی بدن بر روی مکانیک و پایداری عصبی-عضلانی ناحیه مرکزی بدن تأثیرگذار است و درنتیجه عملکرد اندام‌های فوقانی و تحتانی را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. تمرینات پایداری ناحیه مرکزی به قدرت، توسعه ثبات و پایداری مرکز بدن و همچنین توانایی فرد برای حفظ مرکز جرم بدن در بالای سطح اتکا منجر می‌شود و تعادل را افزایش می‌دهد [۱۵].

ازطرفی، الگوهای حرکتی مناسب حین ورزش و فعالیت‌های بدنی برای پیشگیری از آسیب و اجرای ورزشی مهم می‌باشند. یکی از روش‌هایی که به منظور اصلاح الگوهای حرکتی و بهبود تعادل به کار گرفته شده است، تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی[1] می‌باشد [۱۶]. تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی برای بازیابی ثبات داینامیک و بهبود کنترل حرکتی طراحی شده‌اند [۱۶]. در برنامه تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی برای بهبود الگوهای حرکتی از یک بار خارجی سبک مانند طناب یا باند کشی برای بزرگ‌نمایی و مشهود شدن اشتباه حرکتی استفاده می‌شود و در ادامه اصلاح این خطا در سطحی ادراکی به‌طور ناخودآگاه صورت می‌گیرد. این تمرینات با حداقل سطح بازخورد کلامی و بصری و باهدف بدتر کردن الگوهای حرکتی ناقص فرد از طریق مقاومت کش برای ایجاد نیروهای اغتشاشی در افراد استفاده می‌شود [۱۷].

1. Reactive Neuromuscular Training (RNT)

هدف اصلی برنامه RNT تسهیل روند ناخودآگاه تفسیر و ادغام حس محیطی دریافت‌شده توسط سیستم عصبی مرکزی[2] برای پاسخ‌های حرکتی مناسب است [۱۶]. تکنیک‌های RNT برای تقویت و بهبود تعادل و ارتقا عملکرد در نظر گرفته شده است [۱۶].

هر ورزشی احتمالاً به سطوح متفاوتی از پردازش‌های حسی-حرکتی برای اجرای مهارت‌ها و حفاظت سیستم عصبی-عضلانی از بروز آسیب نیاز دارد. بازیکنان فوتبال در اجرای بسیاری از مهارت‌های حرکتی که توسط اندام تحتانی انجام می‌شود به سطوح بالایی از هماهنگی‌های عصبی-عضلانی و تعادلی نیاز دارند. این ورزش دارای الگوهای حرکتی متفاوتی است که این حرکات به‌صورت پویا انجام می‌شود، بنابراین تعادل در ورزش فوتبال برای اجرای بهتر مهارت‌ها و همچنین در پیشگیری از بروز آسیب ضروری است. باتوجه‌به وجود پیشنهادات در استفاده از تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات عصبی عضلانی واکنشی در بهبود و ارتقا الگوهای عملکردی و تعادل، تاکنون هیچ مطالعه‌ای به مقایسه این دو روش و میزان اثرگذاری آن‌ها نپرداخته است. همچنین در مطالعات محقق درخصوص تمریناتعصبی عضلانی واکنشی با کش تراباند، با وجود داشتن مبانی قوی درارتباطبا تاثیرگذاری و کارآمد بودن این روش تمرینی در بهبود تعادل، تاکنون در مطالعه‌ای به بررسی اثر این تمرینات در بهبود تعادل فوتبالیست‌ها پرداخته نشده است. به‌دلیل اهمیت تعادل به‌عنوان یک عامل کلیدی در فعالیت‌های ورزشی و کاهش خطر آسیب چه در تمرینات و چه در زمان مسابقات و همچنین جای خالی تحقیقاتی که به مقایسه روش‌های تمرینی ازجمله تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی و ثبات مرکزی بپردازد، در این تحقیق به مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی و ثبات مرکزی بر تعادل پسران فوتبالیست پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق باتوجه‌به داشتن پروتکل تمرینی به‌عنوان متغیر مداخله‌ای و همچنین انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها براساس معیارهای ورود و خروج از نوع نیمه‌آزمایشی با انجام پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری پژوهش حاضر پسران نوجوان فوتبالیست بودند. در ابتدا تعداد ۶۰ پسر فوتبالیست به‌صورت در دسترس در دامنه سنی ۱۴ تا ۱۷ سال از شهرستان ایذه به‌عنوان نمونه و با داشتن رضایت آگاهانه براساس معیارهای ورود در تحقیق شرکت کردند و در ادامه به‌صورت تصادفی کنترل‌شده براساس اطلاعات جمعیت‌شناختی در سه گروه ۲۰ نفری تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی، تمرینات ثبات مرکزی و کنترل قرار گرفتند.

معیارهای ورود به تحقیق شامل نداشتن بیماری‌های مربوط به اعصاب مانند صرع، نداشتن سابقه اسپرین مچ پا، شکستگی و یا جراحی در اندام تحتانی، ستون فقرات و لگن، نداشتن ناهنجاری اسکلتی-عضلانی و شرکت در برنامه تمرینی دیگری به‌جز تمرینات فوتبال مربوط به خود بود. این حجم نمونه براساس نرم‌افزار جی‌پاور[3] (توان ۹۵ درصد، خطای آلفای ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۵۹) تعداد ۴۸ نفر برای سه گروه موردنیاز بود که با احتمال ریزش ۲۵ درصدی نمونه‌ها ۲۰ نفر وارد هر گروه شدند.

در پایان تعداد ۲ نفر از گروه تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی و ۳ نفر از گروه تمرینات ثبات مرکزی به‌دلیل غیبت بیش از حد در تمرینات و ۲ نفر از گروه کنترل به‌دلیل عدم حضور در انجام آزمون‌های مربوط به مرحله پس‌آزمون از روند تحقیق کنار گذاشته شدند. پس از تقسیم شدن آزمودنی‌ها در سه گروه، در گام اول اطلاعات جمعیت‌شناختی از هر دو گروه گرفته شد و در ادامه آزمون‌های تعادل ایستا و تعادل پویا از آزمودنی‌ها گرفته شد و نتایج این آزمون‌ها به‌عنوان داده‌های پیش‌آزمون برای هر آزمودنی ثبت شد. سپس افراد گروه‌های تمرینی به انجام ۸ هفته مداخله تمرینات مربوط به خود پرداختند اما گروه کنترل مداخله تمرینی خاصی را دریافت نکرد. پس از اتمام ۸ هفته مجدداً تمام آزمون‌ها تکرار و نتایج آزمون‌ها در این مرحله به‌عنوان داده‌های مربوط به پس‌آزمون ثبت شد.

ارزیابی تعادل ایستا

در این پژوهش تعادل ایستا به‌وسیله آزمون سیستم نمره‌دهی خطای تعادل[4] سنجیده شد. این آزمون در ۶ حالت موردبررسی قرار گرفت: ایستادن روی دو پا، ایستادن به‌صورت تک‌پا و ایستادن با پاهای پشت سر هم که تمام این حالت‌ها روی دو سطح زمین و فوم ارزیابی شد. هر سه حالت را فرد به‌مدت ۲۰ ثانیه با چشمان بسته و در حالتی که دست‌هایش بر روی ایلیاک خاصره قرار داشت، حفظ می‌کرد. سطح بی‌ثبات شامل بالشتک فوم فشرده ساخت ایران به ابعاد ۱۳×۵۰×۵۰ سانتی‌متر و سطح با ثبات، کفپوش از جنس پارکت سفت بود. در حین انجام هریک از این وضعیت‌ها خطاهای فرد توسط آزمون گیرنده ثبت می‌شد. خطاها شامل موارد زیر بودند:

۱. برداشتن دست‌ها از کمر از ناحیه تاج خاصره[5]،

۲. باز کردن چشم‌ها،

۳. قدم برداشتن

۴. تلوتلو خوردن و یا افتادن،

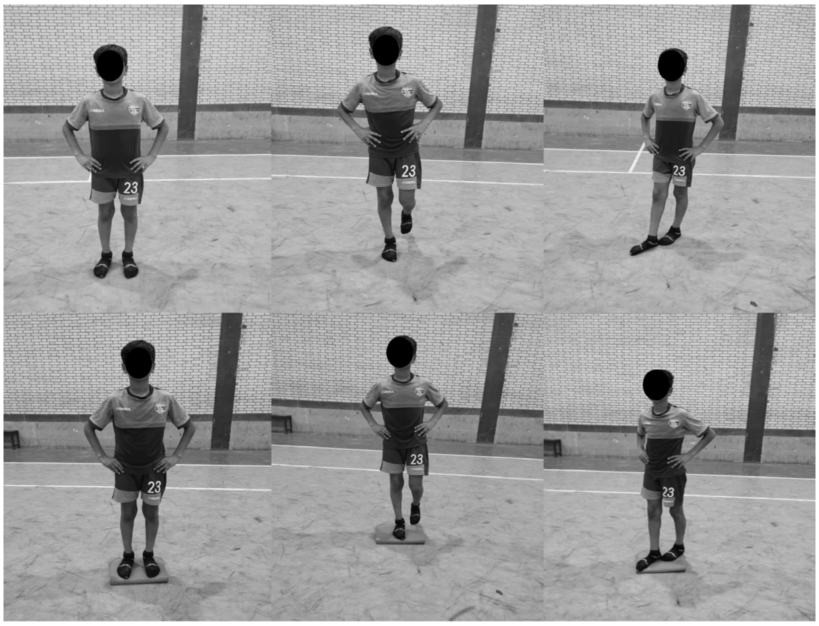
۵. ابداکشن یا فلکشن بیشتر از ۳۰ درجه در ران،

۶. بلند کردن پنجه یا پاشنه از سطح،

۷. باقی ماندن در خارج از موقعیت آزمون به‌مدت بیش از ۵ ثانیه.

2. Central Nervous System (CNS)

3. G*Power
4. Balance Error Scoring System (BESS)
5. Iliac crest



طب‌توانبخشی

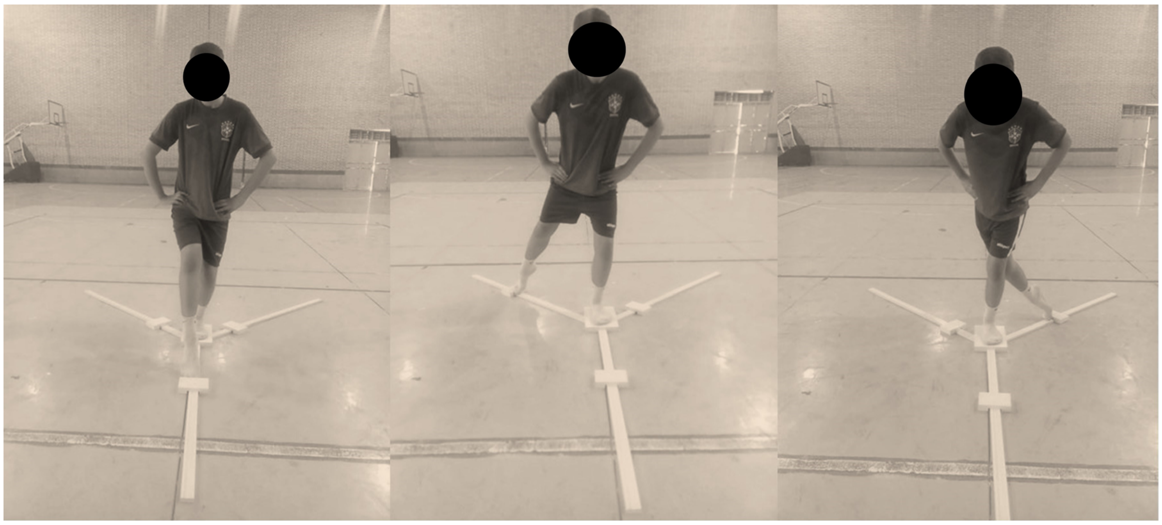
تصویر ۱. آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل

برای هر خطا یک نمره در نظر گرفته شد. حداکثر تعداد خطا نیز برای هریک از حالت‌ها ۱۰ در نظر گرفته می‌شد. در نهایت خطاهای مربوط به هر موقعیت ثبت شد و با جمع خطاهای صورت‌گرفته در هر موقعیت یک نمره کلی برای تعادل ایستا آزمودنی محاسبه گردید (حداکثر نمره خطا برای آزمون ۶۰ می‌باشد) [۱۸]. فاینوف[۶] ضریب پایایی بین آزمونگر و درون آزمونگر را برای این آزمون به‌ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۷۴ گزارش کرده است. در این تست کاهش در تعداد خطا در نتیجه نمره پایین‌تر نشان‌دهنده بهبود است (تصویر شماره ۱) [۱۹].

6. Finnoff

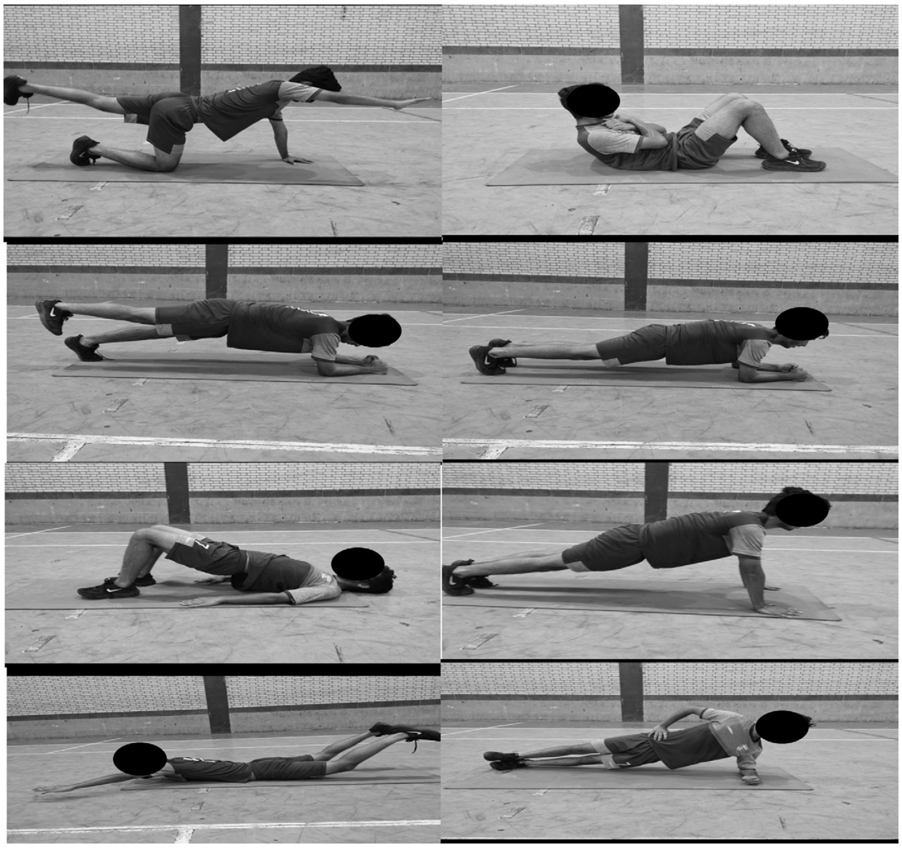
ارزیابی تعادل پویا

این آزمودن در سه جهت قدامی، خلفی - داخلی و خلفی-خارجی به منظور ارزیابی تعادل پویا انجام شد. در این آزمون، آزمودنی روی پای برتر در مرکز دستگاه تعادل‌سنج ۷ قرار می‌گرفت و سعی می‌کرد با حفظ تعادل، با پای دیگر عمل دستیابی را انجام دهد. در این آزمون برای به حداقل رساندن اثرات یادگیری هر آزمودنی ۶ بار با فاصله ۱۵ ثانیه استراحت، این آزمون را در هریک از جهت‌های سه گانه تمرین کرد. بعد از ۵ دقیقه استراحت، آزمودنی آزمون اصلی را انجام داد. در صورت بروز خطا، از آزمودنی خواسته می‌شد آزمون را دوباره تکرار کند.



طب‌توانبخشی

تصویر ۲. آزمون تعادل پویای ۷



تصویر ۳. تمرینات ثبات مرکزی

طب توانبخشی

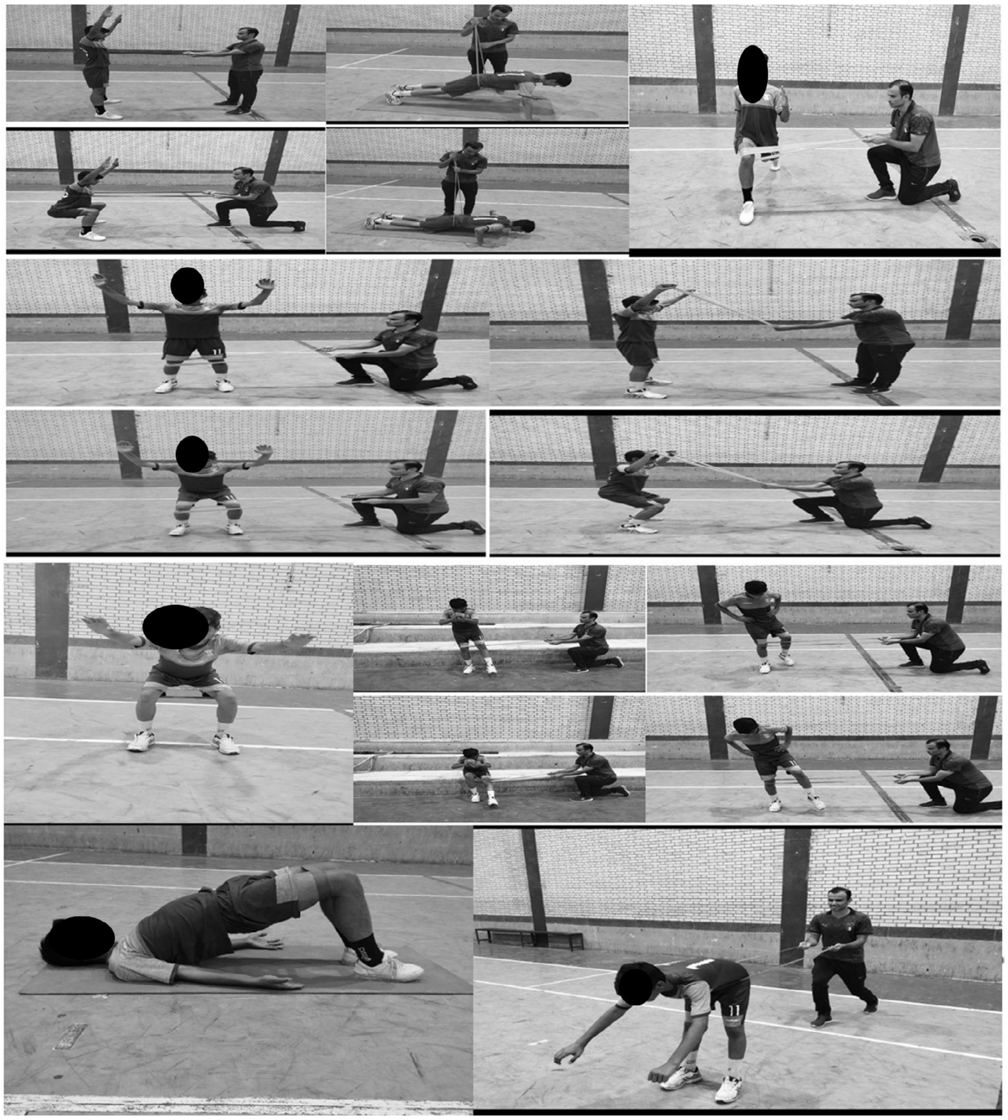
خطاهای این آزمون شامل پایین حرکت کردن و یا بلند شدن پاشنه پای تکیه‌گاه، دچار اختلال شدن فرد و یا جدا شدن دست از تنه بود. ازلحاظ اینکه این آزمون با طول پا رابطه معنی‌داری دارد به منظور اجرای این آزمون و نرمال کردن اطلاعات قبل از شروع فرایند اندازه‌گیری، با استفاده از متر نواری طول واقعی پا از خار خاصره قدامی فوقانی تا انتهای قوزک داخلی در حالت طاقباز در حالت خوابیده بر روی زمین اندازه‌گیری شد [۲۰، ۲۱]. نمره آزمون در هر جهت از طول دستیابی در هر جهت تقسیم بر طول پای آزمودنی به دست آمد و میانگین نمرات سه جهت به‌عنوان نمره کلی آزمون در نظر گرفته شد (تصویر شماره ۲). ضریب پایایی درون آزمونگر و بین آزمونگر برای جهات مختلف به‌ترتیب بین ۰/۸۵ تا ۰/۹۱ و ۰/۹۹ تا ۱/۰۰ و همچنین ضریب پایایی درون آزمونگر و بین آزمونگر برای نمره کلی آزمون به‌ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۹۹ توسط پلیسکی گزارش شده است. در این تست افزایش در میزان دستیابی، در نتیجه نمره بالاتر نشان‌دهنده بهبود است (تصویر شماره ۲) [۲۲].

پروتکل تمرینات ثبات مرکزی

برنامه تمرینی ثبات مرکزی در پژوهش حاضر به‌مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته در مدت‌زمانی بین ۴۵ تا ۶۰ دقیقه در هر جلسه تحت نظارت مستقیم مربی حرکات اصلاحی انجام شد. تمرینات این پروتکل شامل ۸ تمرین پلانک، پلانک طرفی، دراز و نشست نیمه (بالاشکم)، دراز و نشست چرخشی، پل، چهار دست و پا همراه با بالا بردن دست و پای مخالف، اکستنشن کمری با بالا بردن هم‌زمان دست و پا و اکستنشن کمر همراه با بالابردن دست و پای مخالف بود. این ۸ تمرین در قالب یک برنامه ۸ هفته‌ای که در هر هفته ۶ تمرین در برنامه قرار داشت. پروتکل برطبق پژوهش باقریان و همکاران در سال ۲۰۱۹ نگارش شده است [۲۳]. در تمام جلسات تمرینی اصل گرم کردن و سرد کردن در ابتدا و انتهای تمرینات انجام شد (جدول شماره ۱) (تصویر شماره ۳).

تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی

تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی نیز به‌مدت ۸ هفته و به‌صورت ۳ جلسه در هفته در گروه تمرینی عصبی‌عصلانی واکنشی استفاده شد که شامل گرم کردن، تمرینات منتخب RNT و درنهایت سرد کردن بود. اضافه بار در تمرینات به دو صورت انجام شد. در ابتدا سعی در افزایش تعداد تکرارها بود [۲۴]. در طی دو مرحله، یک مرتبه در هفته سوم و بار دیگر در هفته پنجم مقاومت کش‌ها افزایش پیدا کرد (جدول شماره ۲) (تصویر شماره ۴).



تصویر ۴. تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

اطلاعات به‌دست‌آمده و ثبت‌شده از ارزیابی‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و آمار توصیفی و استنباطی تجزیه‌وتحلیل شد. به‌وسیله آزمون شاپیرو-ویلک[7] نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد و در ادامه باتوجه‌به برقرار بودن شرط توزیع نرمال از آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت‌های بین سه گروه استفاده شد. به منظور بررسی دوبه‌دوی گروه‌ها با یکدیگر از آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنی‌دار[8] (LSD) استفاده شد. در ادامه برای بررسی دقیق‌تر تغییرات درون گروهی از آزمون تی همبسته[9] استفاده شد. سطح معنی‌داری در این تحقیق برابر با ۹۵ درصد و آلفای کوچکتر و یا مساوی با ۰/۰۵ درنظر گرفته شد.

یافته‌ها

اطلاعات مربوط به سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و شرکت‌کننده‌ها در قالب سه گروه مجزا در جدول شماره ۳ ارائه شده است و همچنین مقایسه سه گروه از طریق آزمون تحلیل واریانس یک راهه[10] انجام شد که نتایج این آزمون نشان داد سه گروه از لحاظ ویژگی‌های فردی همسان هستند.

برای بررسی تغییرات به‌وجودآمده از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در هر سه گروه به‌صورت مجزا از آزمون تی همبسته استفاده شد که اطلاعات آن در جدول شماره ۴ گزارش شده است.

7. Shapiro-Wilk Test
8. Least Significant Difference (LSD)
9. Paired-Sample T Test
10. One-way ANOVA

جدول ۱. پروتکل تمرینات ثبات مرکزی

هفته	تمرینات	حجم		نسبت استراحت/تمرین	اشکال مختلف تمرینات
۲-۱	– دراز و نشست استاندارد – دراز و نشست با چرخش تنه – هایپراکستنشن معکوس – چهار دست و پا – پلانک کامل – پل – پلانک طرفی	۳ ست	۳۰ ثانیه	۱/۳	۱. پلانک طرفی: روی آرنج و بازوی بالایی کنار بدن ۲. پلانک کامل: روی آرنج و زانو ۳. چهار دست و پا: بلند کردن یک دست ۴. پل شکمی: دست‌ها کنار بدن، پاها عریض، زانوها خم ۵. هایپر اکستنشن معکوس: بالابردن بالاتنه
۴-۳	– دراز و نشست استاندارد – دراز و نشست با چرخش تنه – هایپراکستنشن معکوس – چهار دست و پا – پلانک کامل – پل – پلانک طرفی	۳ ست	۴۰ ثانیه	۱/۲	۱. پلانک طرفی: روی آرنج و بازوی بالایی کنار بدن و ابداکشن پای بالا ۲. پلانک کامل: روی آرنج و پنجه پا ۳. چهار دست و پا: بلند کردن یک پا ۴. پل شکمی: ساعدها بالا، پاها عریض، زانوها خم ۵. هایپر اکستنشن معکوس: بالابردن همزمان پاها
۶-۵	– دراز و نشست استاندارد – دراز و نشست با چرخش تنه – هایپراکستنشن معکوس – چهار دست و پا – پلانک کامل – پل – پلانک طرفی	۳ ست	۵۰ ثانیه	۱/۲	۱. پلانک طرفی: روی آرنج و بازوی بالایی عمود بر بدن ۲. پلانک کامل: روی آرنج و پنجه پا و اکستنشن یک پا ۳. چهار دست و پا: بلند کردن دسن و پا مخالف ۴. پل شکمی: ساعدها بالا، پاها عریض، یک پا صاف ۵. هایپر اکستنشن معکوس: بالابردن همزمان دست و پای مخالف
۸-۷	– دراز و نشست استاندارد – دراز و نشست با چرخش تنه – هایپراکستنشن معکوس – چهار دست و پا – پلانک کامل – پل – پلانک طرفی	۳ ست	۶۰ ثانیه	۱/۱	۱. پلانک طرفی: روی دست و بازوی بالایی کنار بدن ۲. پلانک کامل: روی دستان و پنجه پا ۳. چهار دست و پا: بلند کردن دست و پا مخالف ۴. پل شکمی: دست‌ها کنار بدن، پاشنه پاها روی توپ ۵. هایپر اکستنشن معکوس: بالابردن همزمان بالاتنه و پاها

طب توانبخشی

جدول ۲. پروتکل تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی

تمرین هفته	تکرار تمرین							
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
لانج با تراباند	۸	۸	۸	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۲
شنا با تراباند	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵
اسکات	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۳۰	۳۰	۳۰
خم شدن از لگن	۸	۸	۸	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۲
تعادل تک پا	۸	۸	۸	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۲
اسکات بالای سر	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵
اسکات با کش لوپ	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵
اسکات تک پا با تراباند	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵
پل زدن با کش لوپ	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵

طب توانبخشی

جدول ۳. میانگین و انحراف‌معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر / گروه	میانگین±انحراف‌معیار			معنی‌داری
	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	تمرینات ثبات مرکزی	کنترل	
سن	۱۵/۱±۱۷/۰۳	۱۵/۱±۴۷/۰۶	۱۵/۰±۶۶/۹۷	۰/۳۴
قد (سانتی متر)	۱۵۸/۷±۳۳/۵۸	۱۶۰/۵±۲۹/۵۵	۱۶۰/۷±۳۳/۰۶	۰/۶۱
وزن (کیلوگرم)	۴۸/۷±۳۹/۹۷	۵۰/۷±۳۵/۰۹	۵۰/۵±۷۲/۲۳	۰/۵۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر مربع)	۱۹/۱±۱۹/۸۵	۱۹/۲±۶۰/۵۸	۱۹/۱±۶۹/۱۳	۰/۷۱

طب‌توانبخشی

نتایج آزمون تی همبسته نشان داد هر دو گروه تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی و تمرینات ثبات مرکزی تجربی در تعادل پویای Y در هر سه جهت قدامی، خلفی-خارجی، خلفی-داخلی و نمره کلی آزمون تعادلی Y افزایش معنی‌داری در میزان دستیابی و همچنین در نتایج مربوط به تعادل ایستا کاهش معنی‌داری در میزان خطا از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون را داشته‌اند (۰/۰۰۱=P)، اما در گروه کنترل تغییر معنی‌داری بین مراحل مختلف پژوهش در متغیر تعادل دیده نشد.

نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون شاپیرو ویلک و شرط همگنی واریانس از طریق آزمون لون[11] بررسی شد که نتایج این آزمون‌ها نشان داد تمام متغیرها نرمال بودند (P>۰/۰۵) و شرط همگنی واریانس نیز برقرار بود (P>۰/۰۵). مقایسه سه گروه با یکدیگر در مرحله پیش‌آزمون از طریق آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه انجام شد که نتایج این آزمون نشان داد بین گروه‌های پژوهش در هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت

11. Levene's test

جدول ۴. خلاصه نتایج آزمون تی همبسته به منظور بررسی تغییرات درون گروهی

متغیر		گروه	میانگین±انحراف‌معیار			
			پیش‌آزمون	پس‌آزمون	T	سطح معنی‌داری
تعادل پویای Y (سانتی‌متر)	قدامی	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۷۰/۶±۷۷/۹۶	۷۹/۶±۳۲/۹۰	-۱۳/۸۵۶	۰/۰۰۰۱*
		تمرینات ثبات مرکزی	۷۰/۶±۱۶/۸۶	۷۴/۷±۴۹/۰۸	-۱۱/۴۴۰	۰/۰۰۰۱*
		کنترل	۷۱/۵±۳۰/۲۸	۷۱/۶±۶۷/۱۸	-۰/۷۸۴	۰/۴۴۴
	خلفی-خارجی	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۸۵/۷±۵۱/۰۹	۹۴/۶±۸۷/۹۲	-۱۴/۳۱۳	۰/۰۰۰۱*
		تمرینات ثبات مرکزی	۸۴/۷±۵۴/۹۳	۸۷/۷±۸۵/۶۹	-۹/۱۶۴	۰/۰۰۰۱*
		کنترل	۸۴/۴±۸۹/۵۲	۸۴/۴±۹۵/۷۳	-۰/۱۴۸	۰/۸۸۴
	خلفی-داخلی	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۸۵/۷±۹۸/۰۵	۹۴/۷±۸۷/۱۵	-۱۵/۶۸۸	۰/۰۰۰۱*
		تمرینات ثبات مرکزی	۸۵/۸±۲۵/۰۵	۸۸/۸±۷۴/۵۷	-۶/۱۹۲	۰/۰۰۰۱*
		کنترل	۸۶/۴±۳۶/۷۹	۸۶/۴±۲۳/۴	۰/۳۶۹	۰/۷۱۷
	نمره ترکیبی	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۸۰/۶±۷۵/۹۰	۸۹/۶±۴۹/۶۹	-۲۴/۹۵۹	۰/۰۰۰۱*
		تمرینات ثبات مرکزی	۷۹/۷±۹۸/۴۹	۸۳/۷±۶۹/۶۴	-۱۴/۲۵۹	۰/۰۰۰۱*
		کنترل	۸۰/۴±۸۵/۷۰	۸۰/۴±۹۵/۹۷	-۰/۳۹۶	۰/۶۹۷
تعادل ایستا(تعداد خطا)		تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۱۳/۱±۶۱/۸۵	۱۰/۱±۶۱/۷۸	۱۱/۱۸۸	۰/۰۰۰۱*
		تمرینات ثبات مرکزی	۱۴/۲±۱۷/۲۱	۱۲/۲±۵۸/۱۵	۶/۹۷۱	۰/۰۰۰۱*
		کنترل	۱۴/۱±۰۰/۹۴	۱۳/۲±۷۷/۰۷	۰/۹۴۰	۰/۳۶۱

*معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵

طب‌توانبخشی

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس مربوط به متغیرهای پژوهش

متغیر	جهت	مرحله آزمون	گروه	میانگین*	F	df	P**	Eta squared
		پس‌آزمون	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۷۹/۳۱۲				
	قدامی	پس‌آزمون	تمرینات ثبات مرکزی	۷۵/۰۸۳	۶۶/۷۵۳	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۷۳۲
		پس‌آزمون	کنترل	۷۱/۱۲۵				
		پس‌آزمون	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۹۳/۸۱۲				
	خلفی-خارجی	پس‌آزمون	تمرینات ثبات مرکزی	۸۸/۲۸۰	۹۲/۵۳۰	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۷۹۱
تعادل پویای Y (سانتی‌متر)		پس‌آزمون	کنترل	۸۵/۰۴۱				
		پس‌آزمون	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۹۴/۷۶۸				
	خلفی-داخلی	پس‌آزمون	تمرینات ثبات مرکزی	۸۹/۳۶۳	۸۱/۹۳۳	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۷۷۰
		پس‌آزمون	کنترل	۸۵/۷۶۰				
		پس‌آزمون	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۸۹/۲۸۹				
	نمره ترکیبی	پس‌آزمون	تمرینات ثبات مرکزی	۷۴/۲۴۸	۲۲۲/۲۴۱	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۰۲
		پس‌آزمون	کنترل	۸۰/۶۴۵				
		پس‌آزمون	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	۱۰/۸۸۴				
تعادل ایستا(تعداد خطا)		پس‌آزمون	تمرینات ثبات مرکزی	۱۲/۳۶۹	۳۵/۲۰۳	۱	۰/۰۰۰۱	۰/۵۹۰
		پس‌آزمون	کنترل	۱۳/۷۱۲				

* تعدیل‌شده براساس مقادیر پیش‌آزمون، **معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵

طب توانبخشی

(P>۰/۰۵). مقایسه سه گروه با یکدیگر در مرحله پس‌آزمون از طریق آزمون تحلیل کوواریانس با کنترل اثر پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر کووریت انجام شد که نتایج آن در جدول شماره ۵ مشاهده می‌شود.

نتایج آزمون آنالیز کوواریانس نشان داد پس از کنترل اثر پیش‌آزمون (کووریت)، در تعادل ایستا و همچنین تعادل پویا در هر سه جهت قدامی، خلفی-خارجی و خلفی-داخلی و همچنین نمره کلی آزمون Y در پس‌آزمون بین سه گروه اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱) (جدول شماره ۶). درنتیجه به منظور بررسی دوبه‌دوی گروه‌ها با یکدیگر از آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنی‌دار استفاده شد.

نتایج آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنی‌دار نشان داد در هر سه جهت و نمره کلی آزمون تعادل Y و همچنین تعادل ایستا در پس‌آزمون گروه تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی به‌طور معنی‌داری نتایج بهتری را نسبت به دو گروه دیگر به دست آوردند (P=۰/۰۰۰۱)، همچنین گروه تمرینات ثبات مرکزی نیز در هر سه جهت و نمره کلی آزمون تعادل Y و همچنین تعادل ایستا در پس‌آزمون به‌طور معنی‌داری نتایج بهتری را نسبت به گروه کنترل به دست آوردند (P=۰/۰۰۰۱).

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد هر دو نوع تمرین عصبی عضلانی واکنشی و ثبات مرکزی بر تعادل ایستا و پویای پسران فوتبالیست تأثیر مثبتی داشته است، اما در مقایسه بین گروهی مشاهده شد که گروه تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی نسبت به تمرینات ثبات مرکزی به‌طور معنی‌داری در پس‌آزمون تعادل ایستا و پویای بهتری داشته‌اند. در این پژوهش تعادل ایستا به‌وسیله آزمون سیستم نمره‌دهی خطای تعادل[۱۲] و تعادل پویا نیز با استفاده از آزمون تعادل Y در سه جهت قدامی، خلفی-خارجی و خلفی-داخلی انجام شد.

فعالیت مطلوب عضلات ناحیه مرکزی و قوی‌تر بودن این ناحیه، باعث وجود ثبات بالاتر در ناحیه تنه می‌شود که همین عامل اندام تحتانی را برای تحرک‌پذیری آماده می‌کند. مجموعه عضلات شکمی که شامل عضله عرضی شکمی، عضله مایل داخلی و خارجی و عضله راست شکمی هستند با انقباض خود به ستون فقرات ثبات داده و یک تکیه‌گاه محکم را برای حرکات اندام تحتانی فراهم می‌کند [۲۵].

12. Balance Error Scoring System (BESS)

جدول ۶. نتایج آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنی‌دار

متغیر	جهت	گروه	گروه	اختلاف میانگین	معنی‌داری*
تعادل پویای Y (سانتی‌متر)	قدامی	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	تمرینات ثبات مرکزی	۴/۲۲۹	۰/۰۰۰۱
			کنترل	۸/۱۸۷	۰/۰۰۰۱
		تمرینات ثبات مرکزی	کنترل	۳/۹۵۸	۰/۰۰۰۱
	خلفی-خارجی	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	تمرینات ثبات مرکزی	۵/۵۳۲	۰/۰۰۰۱
			کنترل	۸/۷۷۰	۰/۰۰۰۱
		تمرینات ثبات مرکزی	کنترل	۳/۲۳۸	۰/۰۰۰۱
	خلفی-داخلی	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	تمرینات ثبات مرکزی	۵/۴۰۵	۰/۰۰۰۱
			کنترل	۹/۰۰۸	۰/۰۰۰۱
		تمرینات ثبات مرکزی	کنترل	۳/۶۰۳	۰/۰۰۰۱
	نمره ترکیبی	تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	تمرینات ثبات مرکزی	۵/۰۴۱	۰/۰۰۰۱
			کنترل	۸/۶۴۴	۰/۰۰۰۱
		تمرینات ثبات مرکزی	کنترل	۳/۶۰۳	۰/۰۰۰۱
تعادل ایستا (تعداد خطا)		تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی	تمرینات ثبات مرکزی	-۱/۴۸۶	۰/۰۰۰۱
			کنترل	-۲/۸۲۹	۰/۰۰۰۱
		تمرینات ثبات مرکزی	کنترل	-۱/۳۴۳	۰/۰۰۰۱

*معنی‌داری در سطح $P<0/05$

طب توانبخشی

عضلات ناحیه مرکزی بدن در هنگام انجام الگوهای حرکتی براساس حرکت اندام فعال و باعث کنترل پاسچر فرد می‌شوند [۱۵].

باتوجه‌به یافته‌های کیبلر، فعال‌سازی عضلات ناحیه مرکزی بدن در هنگام انجام حرکت در اندام تحتانی باعث بهبود کنترل قامت شده و بدن از فعال‌سازی این عضلات ثبات‌دهنده به منظور تولید گشتاور نیروی چرخشی حول بدن و ایجاد حرکت اندام‌ها استفاده می‌کند [۱۵]. عضلات ثبات‌دهنده ناحیه لگن و ران مسئول حفظ راستای صحیح اندام تحتانی در حین انجام حرکات اندام تحتانی و فعالیت عضلات این ناحیه وابسته به فعالیت مطلوب عضلات ناحیه مرکزی بدن است [۲۶]. بنابراین ضعف و کاهش استقامت عضلات ثبات‌دهنده خلفی، قدامی و جانبی تنه باعث کاهش قدرت و کارایی عضلات اطراف ران می‌شود. عضلات ران نقش اساسی در انتقال نیرو از اندام تحتانی به سمت بالا دارد. باتوجه‌به ارتباط متقابل و نزدیک عضلات ناحیه مرکزی و عضلات ران، ضعف عضلات ثبات‌دهنده مرکزی می‌تواند راستای صحیح اندام تحتانی در حین انجام حرکات پویا را برهم زند و الگوی حرکتی را در اندام تحتانی دچار اختلال کند [۲۶]. ستون فقرات کمری با عضلات سرینی بزرگ و سه‌سرانی از طریق فاشیای توراکولومبار و لیگامان ساکروتوبروس در ارتباط است [۲۷]. درنتیجه عضلات خلفی مرکزی ضعیف باعث کاهش قدرت و استقامت عضلات سرینی میانی و سرینی بزرگ شده و ازآنجایی‌که عضلات سرینی میانی و سرینی بزرگ به نوار ایلیوتیبیال متصل هستند، ضعف در ثبات ناحیه مرکزی بدن می‌تواند به کاهش اثرگذاری الگوهای حرکتی صحیح، بروز الگوهای حرکتی جبرانی، و ضعف در تعادل منجر شود [۲۸].

نتایج این پژوهش نشان داد تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی می‌تواند تعادل را در پسران فوتبالیست بهبود ببخشد. در این راستا و همسو با پژوهش حاضر، کیم و همکاران نشان دادند به دنبال ۸ هفته تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی، تعادل بهبود یافته است [۲۹]. در همین راستا میرزایی و همکاران گزارش کردند که به دنبال یک جلسه تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی تعادل بهبود یافته است [۲۴]. علاوه‌براین، گزارش شده است که تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی می‌تواند به‌عنوان یک روش مفید و مؤثر در پیشگیری از سقوط در افراد مبتلا به بیماری پارکینسون استفاده شود [۳۰]. یکی از دلایل احتمالیِ تأثیر تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی این مورد است که احتمالاً این تمرینات قدرت عضلانی را از طریق تغییرات عصبی عضلانی بهبود می‌بخشد [۱۷] و در ادامه به نظر می‌رسد قدرت و حس عمقی ممکن است نقش مهمی در ارتقای ثبات مفصل و حفظ تعادل داشته باشند [۳۱].

دررابطه‌با دلایل اثرگذاری بیشتر تمرینات عصبی-عضلانی واکنشی این نکته حائز اهمیت است که این تمرینات موجب افزایش هماهنگی عصبی عضلانی در فرد شده و از همین طریق می‌تواند به بهبود ثبات عضلانی پویا در طول فعالیت بینجامد [۱۷]. این تمرینات از طریق اغتشاش ایجادشده در مدت‌زمان تمرین و بازخوردهای فرد در مقابله با اغتشاش، ممکن است به فرد کمک کند تا حرکات غیرطبیعی مفصل در طول فعالیت را بهتر کنترل کند. درواقع به دنبال اغتشاش ایجادشده در تمرینات، فرد در شرایط اغتشاشی سعی در کنترل پاسچر خود دارد که همین مورد در حین انجام آزمون‌های تعادلی به فرد کمک می‌کند باتوجه‌به آموزه‌های خود میزان خطای کمتری داشته باشد و کنترل پاسچر بهتری از خود به نمایش بگذارد [۱۷]. یک دلیل احتمالی دیگر در این خصوص و دررابطه‌با حرکت و اصلاح مسیرهای حرکتی و بهبود درک وی از حرکت اشتباه، استفاده از باندکشی است [۱۶]. در این حالت سیستم عصبی به مغز پیام می‌رسانند و درواقع با تمرینات عصبی عضلانی واکنشی خطا به سطح ادراکی واضح‌تر به سیستم عصبی مرکزی انتقال داده می‌شود. درنتیجه اشتباه واضح‌تر باعث ایجاد پیام‌هایی دقیق‌تر برای اصلاح آن حرکت و خنثی شدن الگوهای حرکتی اشتباه می‌شود. همچنین تمرینات عصبی-عضلانی واکنشی از طریق درگیر کردن فعال فرد در تشخیص خطا و افزایش جریان‌های فیدبکی باعث ایجاد اثرات آنی بر اصلاح الگوی حرکتی فرد و حفظ ثبات می‌شود [۱۶].

همچنین از دلایل اثرگزاری بیشتر تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی نسبت به تمرینات ثبات مرکزی در بهبود نمرات تعادل را می‌توان به ماهیت این تمرینات نسبت داد که مربوط به تسهیل روند ناخودآگاه تفسیر و ادغام حس محیطی دریافت‌شده توسط سیستم عصبی مرکزی برای پاسخ‌های حرکتی مناسب است [۱۷]. تکنیک‌های RNT برای تقویت تعادل و بهبود الگوهای عملکردی فرد از طریق تقویت حس عمقی در نظر گرفته شده‌اند. انجام تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی مثل لانچ با کش تراباند، اسکات تک پا با کش تراباند و تعادل روی یک پا که در زنجیره حرکتی بسته انجام می‌شوند، باعث می‌شود ثبات پویا، تعادل و حس عمقی درگیر شوند و درنهایت می‌تواند باعث بهبود تعادل فرد شود [۲۷]. بازیکنان فوتبال در اجرای بسیاری از مهارت‌های اندام تحتانی به سطوح بالایی از هماهنگی‌های عصبی-عضلانی و تعادلی نیاز دارند. ورزش فوتبال دارای الگوهای حرکتی متفاوتی است که به‌صورت پویا انجام می‌شوند، لذا تعادل در ورزش فوتبال برای اجرای بهتر مهارت‌ها و همچنین در پیشگیری از بروز آسیب ضروری است و انجام تمریناتی که بتواند این مهارت را بهبود ببخشد از اهمیت بالایی برخوردار است.

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد ۸ هفته تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی و تمرینات ثبات مرکزی به‌طور معنی‌داری باعث بهبود تعادل ایستا و پویا در پسران فوتبالیست شده است، اما تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی به‌طور معنی‌داری نسبت به تمرینات ثبات مرکزی تأثیر بیشتری داشته است.

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش پیشنهاد می‌شود از تمرینات عصبی‌عضلانی واکنشی در ارتقاء عملکرد تعادلی پسران فوتبالیست استفاده شود.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به ناتوانی در کنترل سطح انگیزش و عوامل روحی روانی آزمودنی‌ها، تک جنسیتی بودن پژوهش به‌دلیل مسائل فرهنگی و مذهبی و عدم کنترل بر خواب و تغذیه آزمودنی‌ها اشاره کرد. در همین زمینه پیشنهاد می‌شود پژوهشی مشابه بر گروه زنان و همچنین دیگر رشته‌های ورزشی صورت گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه شهرکرد در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره (IR.SKU.REC.1401.001) دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه ارژنگ کیانی گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد می‌باشد.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمام شرکت‌کنندگان که در انجام این تحقیق مارا یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

[1] Junge A, Lamprecht M, Stamm H, Hasler H, Bizzini M, Tschopp M, et al. Countrywide campaign to prevent soccer injuries in Swiss amateur players. The American Journal of Sports Medicine. 2011; 39(1):57-63. [DOI:10.1177/0363546510377424] [PMID]

[2] Batmunkh E. Role of football in international business and economy. Management Science and Business Decisions. 2021; 1(2):39-56. [DOI:10.52812/msbd.20]

[3] Krustrup P, Aagaard P, Nybo L, Petersen J, Mohr M, Bangsbo J. Recreational football as a health promoting activity: A topical review. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2010; 20(Suppl 1):1-13. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2010.01108.x] [PMID]

[4] Yudi AA, Irawan R, Arifan I, Abd Karim Z, Ndayisenga J. Evaluation of physical fitness of sumatera barat football players. Journal of Positive School Psychology. 2022; 6(4):11345-51. [Link]

[5] Dvorak J, Junge A, Grimm K, Kirkendall D. Medical report from the 2006 FIFA World Cup Germany. British Journal of Sports Medicine. 2007; 41(9):578-81. [DOI:10.1136/bjsm.2006.034579] [PMID]

[6] Hernandez RJ, Lamplot JD, Hammond KE, Joshi NB, Wong PK, Umpirrez M, et al. Knee injuries in the elite american football player: Descriptive pictorial imaging and mechanism of injury review. Journal of Computer Assisted Tomography. 2022; 46(2):197-211. [DOI:10.1097/RCT.0000000000001259] [PMID]

[7] Myer GD, Ford KR, Khoury J, Succop P, Hewett TE. Biomechanics laboratory-based prediction algorithm to identify female athletes with high knee loads that increase risk of ACL injury. British Journal of Sports Medicine. 2011; 45(4):245-52. [DOI:10.1136/bjsm.2009.069351] [PMID]

[8] Myer GD, Brent JL, Ford KR, Hewett TE. Real-time assessment and neuromuscular training feedback techniques to prevent ACL injury in female athletes. Strength and Conditioning Journal. 2011; 33(3):21-35. [DOI:10.1519/SSC.0b013e318213afa8] [PMID]

[9] Sadeghi H, Sarshin A, Hovanloo F. The effect of whole body vibration training on dynamic balance in athletic students. 2010; 9-19. [Link]

[10] Hadad A, Ganz N, Intrator N, Maimon N, Molcho L, Hausdorff JM. Postural control in karate practitioners: Does practice make perfect? Gait & Posture. 2020; 77:218-24. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2020.01.030] [PMID]

[11] Guskiewicz KM, Perrin DH, Gansneder BM. Effect of mild head injury on postural stability in athletes. Journal of Athletic Training. 1996; 31(4):300-6. [PMID]

[12] Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America. 2005; 16(3):669-89. [DOI:10.1016/j.pmr.2005.03.001] [PMID]

[13] Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: A prospective biomechanical-epidemiologic study. Am J Sports Med. 2007; 35(7):1123-30. [DOI:10.1177/0363546507301585] [PMID]

[14] Nesser TW, Lee WL. The relationship between core strength and performance in division i female soccer players. Journal of Exercise Physiology Online. 2009; 12(2):21-7. [Link]

[15] Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports Medicine. 2006; 36(3):189-98. [DOI:10.2165/00007256-200636030-00001] [PMID]

[16] Guido JA Jr, Stemm J. Reactive Neuromuscular Training: A multi-level approach to rehabilitation of the unstable shoulder. North American Journal of Sports Physical Therapy. 2007; 2(2):97-103. [PMID] [PMCID]

[17] Cook G, Burton L, Fields K. Reactive neuromuscular training for the anterior cruciate ligament-deficient knee: A case report. Journal of Athletic Training. 1999; 34(2):194-201. [PMID] [PMCID]

[18] Bell DR, Guskiewicz KM, Clark MA, Padua DA. Systematic review of the balance error scoring system. Sports Health. 2011; 3(3):287-95. [DOI:10.1177/1941738111403122] [PMID]

[19] Finnoff JT, Peterson VJ, Hollman JH, Smith J. Intrarater and interrater reliability of the balance error scoring system. PM & R. 2009; 1(1):50-4. [DOI:10.1016/j.pmrj.2008.06.002] [PMID]

[20] Moradi K, Minoonejad H, Rajabi R. The immediate effect of core stability exercises on postural sway in athletes with functional ankle instability. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2015; 4(3):101-10. [DOI:10.22037/jrm.2015.1100154]

[21] Golmoradi Marani M, Khalegi M, Ahmadi A, Alavi SF. [Effect of 12 Weeks of Core Stability Exercises on Functional Movement and Balance of Women Working in Hospitals (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2021; 7(2):122-35. [DOI:10.32598/biomechanics.7.2.4]

[22] Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. North American Journal of Sports Physical Therapy. 2009; 4(2):92-9. [PMID] [PMCID]

[23] Bagherian S, Ghasempoor K, Rahnama N, Wikstrom EA. The effect of core stability training on functional movement patterns in college athletes. Journal of Sport Rehabilitation. 2019; 28(5):444-9. [DOI:10.1123/jsr.2017-0107] [PMID]

[24] Mirzaee F, Sheikhhoseini R, Piri H. The acute effects of one session reactive neuromuscular training on balance and knee joint position sense in female athletes with dynamic knee valgus. Acta Gymnica. 2020; 50(3):122-9. [DOI:10.5507/ag.2020.011]

[25] Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the star excursion balance test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2006; 36(3):131-7. [DOI:10.2519/jospt.2006.36.3.131] [PMID]

[26] Abt JP, Smoliga JM, Brick MJ, Jolly JT, Lephart SM, Fu FH. Relationship between cycling mechanics and core stability. Journal of Strength and Conditioning Research. 2007; 21(4):1300-4. [DOI:10.1519/R-21846.1] [PMID]

[27] Rackwitz B, de Bie R, Limm H, von Garnier K, Ewert T, Stucki G. Segmental stabilizing exercises and low back pain. What is the evidence? A systematic review of randomized controlled trials. Clinical Rehabilitation. 2006; 20(7):553-67. [DOI:10.1191/0269215506cr977oa] [PMID]

[28] Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2008; 38(1):12-8. [DOI:10.2519/jospt.2008.2462] [PMID]

[29] Kim WW. Effects of reactive neuromuscular training and Baps-Trampoline training on balance ability and isokinetic muscle function. The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology. 2012; 14(2):127-36. [DOI:10.15758/jkak.2012.14.2.127]

[30] Seada Y, Elsayed E, Talat W. Impact of reactive neuromuscular training on falling in Parkinson's disease. Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy. 2013; 7(2):65-70. [DOI:10.5958/j.0973-5674.7.2.015]

[31] Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschauer MA, Prentice WE. Balance and joint stability: The relative contributions of proprioception and muscular strength. Journal of Sport Rehabilitation. 2000; 9(4):315-28. [DOI:10.1123/jsr.9.4.315]